

App. No. 10/604,514  
Priority Document Submission



IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

App. No. : 10/604,514  
Applicant : Masuhiro Natsuhara et al.  
Filed : July 28, 2003  
Title : WAFER HOLDER FOR SEMICONDUCTOR  
MANUFACTURING DEVICE AND SEMICONDUCTOR  
MANUFACTURING DEVICE IN WHICH IT IS  
INSTALLED  
Tech. Cntr./Art Unit : (To be assigned)  
Examiner : (To be assigned)  
Docket No. : 39.020-AG

Honorable Commissioner of Patents  
P.O. Box 1450  
Alexandria, VA 22313-1450

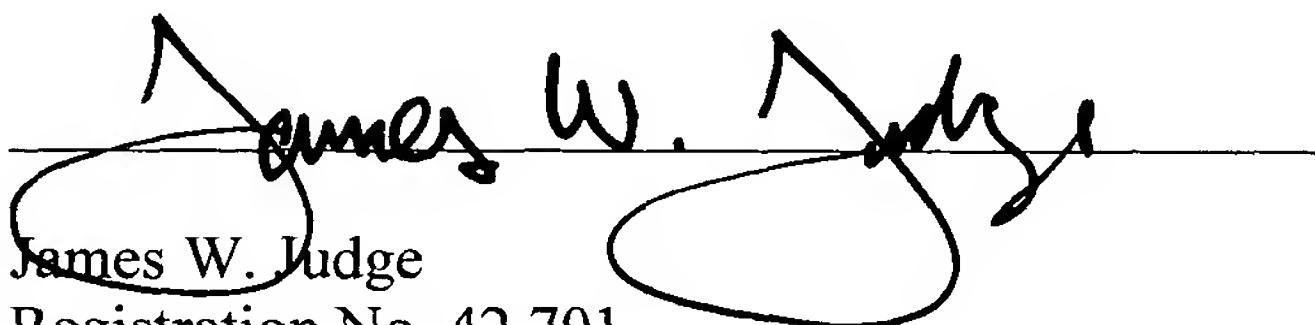
**Submission of Documents in Claiming Priority Right**  
**Under 35 U.S.C. § 1.119(b)**

Sir:

To complete the claim made for the benefit of an earlier foreign filing date on filing the application identified above, Applicant herewith submits a certified copy of **Japanese Patent Application No. JP2003-079324, filed March 24, 2003.**

Respectfully submitted,

July 30, 2003

  
James W. Judge  
Registration No. 42,701

JUDGE PATENT FIRM  
Rivière Shukugawa 3<sup>rd</sup> Fl.  
3-1 Wakamatsu-cho  
Nishinomiya-shi, Hyogo 662-0035  
JAPAN  
Telephone: 800-784-6272  
Facsimile: 425-944-5136  
e-mail: jj@judgepat.jp

日本特許庁  
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office

出願年月日

Date of Application: 2003年 3月24日

出願番号

Application Number: 特願2003-079324

[ST.10/C]:

[JP2003-079324]

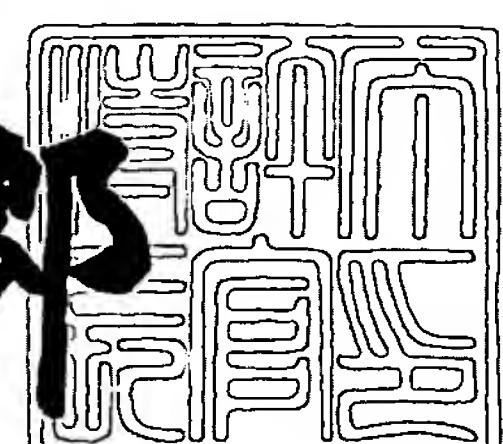
出願人

Applicant(s): 住友電気工業株式会社

2003年 5月23日

特許庁長官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

太田信一郎



出証番号 出証特2003-3037726

【書類名】 特許願

【整理番号】 103I0076

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 H05B 3/10  
H05B 3/20

【発明者】

【住所又は居所】 兵庫県伊丹市昆陽北一丁目1番1号 住友電気工業株式会社伊丹製作所内

【氏名】 夏原 益宏

【発明者】

【住所又は居所】 兵庫県伊丹市昆陽北一丁目1番1号 住友電気工業株式会社伊丹製作所内

【氏名】 仲田 博彦

【発明者】

【住所又は居所】 兵庫県伊丹市昆陽北一丁目1番1号 住友電気工業株式会社伊丹製作所内

【氏名】 橋倉 学

【特許出願人】

【識別番号】 000002130

【氏名又は名称】 住友電気工業株式会社

【代理人】

【識別番号】 100102691

【弁理士】

【氏名又は名称】 中野 稔

【選任した代理人】

【識別番号】 100111176

【弁理士】

【氏名又は名称】 服部 保次

【選任した代理人】

【識別番号】 100112117

【弁理士】

【氏名又は名称】 山口 幹雄

【選任した代理人】

【識別番号】 100116366

【弁理士】

【氏名又は名称】 二島 英明

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 008224

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 0114173

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 半導体製造装置用ウェハ保持体およびそれを搭載した半導体製造装置

【特許請求の範囲】

【請求項1】 ウェハ搭載面を有するウェハ保持体において、前記ウェハ保持体の表面もしくは内部に、1層以上の焼結体からなる電気回路層が形成され、該電気回路層に気孔が存在することを特徴とする半導体製造装置用ウェハ保持体。

【請求項2】 前記電気回路層が、タングステン、モリブデン、タンタルから選択される1種以上の金属を主成分とし、気孔率が0.1%以上であることを特徴とする請求項1に記載の半導体製造装置用ウェハ保持体。

【請求項3】 前記電気回路層が、銀、パラジウム、白金から選択される1種以上の金属を主成分とし、気孔率が2%以上であることを特徴とする請求項1に記載の半導体製造装置用ウェハ保持体。

【請求項4】 前記電気回路が、静電吸着用電極回路、抵抗発熱体回路、RF用電極回路、高電圧用電極回路のいずれかであることを特徴とする請求項1乃至3のいずれかに記載の半導体製造装置用ウェハ保持体。

【請求項5】 請求項1乃至4のいずれかに記載のウェハ保持体が搭載されていることを特徴とする半導体製造装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、プラズマCVD、減圧CVD、メタルCVD、絶縁膜CVD、イオン注入、エッティング、Low-K成膜、DEGAS装置などの半導体製造装置に使用されるウェハ保持体、更にはそれを搭載した処理チャンバー、半導体製造装置に関するものである。

【0002】

【従来の技術】

従来、半導体の製造工程では、被処理物である半導体基板に対して成膜処理や

エッチング処理など様々な処理が行われる。このような半導体基板に対する処理を行う処理装置では、半導体基板を保持し、半導体基板を加熱するためのセラミックスヒータが用いられている。

#### 【0003】

このような従来のセラミックスヒータは、例えば特開平4-78138号公報に開示されている。特開平4-78138号公報に開示されたセラミックスヒータは、抵抗発熱体が埋設され、容器内に設置され、ウェハー加熱面が設けられたセラミックス製のヒータ部と、このヒータ部のウェハー加熱面以外の面に設けられ、前記容器との間で気密性シールを形成する凸状支持部と、抵抗発熱体へと接続され、容器の内部空間へと実質的に露出しないように容器外へ取り出された電極とを有する。

#### 【0004】

この発明では、それ以前のヒータである金属製のヒータで見られた汚染や、熱効率の悪さの改善が図られているが、セラミックスヒータの反りや割れについては触れられていない。しかし、半導体製造装置では、ウェハを高温で処理するために、セラミックスヒータを高温に加熱する。この時、セラミックスヒータは、電気回路の熱的特性に起因した反りが発生し、ウェハとウェハ保持面との間に隙間ができる、ウェハ表面の温度が均一になりにくいという問題があった。ウェハ表面の温度が不均一になると、成膜処理を施す場合には、ウェハ表面に形成される薄膜の厚みや膜質にバラツキがでたり、エッチング処理を行う場合には、エッチング速度がばらつく等の問題が発生する。

#### 【0005】

そこで、例えば特開2001-302330号公報では、セラミック基板の反りや割れの問題を解決する手法が開示されている。この発明では、セラミック基板と電気回路の双方の厚みを厳密に制御することによって、セラミックス基板の反りや割れを防止できるとされている。

#### 【0006】

しかし、セラミックス基板の厚みや、電気回路層の厚みを厳密に制御することは、コストが高くなり、安価なセラミックスヒータを提供することは困難であつ

た。また、電気回路には、種々な種類があり、その目的によって、回路パターンも様々である。例えば、抵抗発熱体回路であれば、渦巻き形状であったり、RF電極回路の場合は、連続した1枚のシート形状であったりする。このように、形状の異なる複数の電気回路が、ウェハ保持体の表面や内部に形成されている場合、それぞれの電気回路は、その形状によって熱膨張量に差が生じる。

#### 【0007】

また、これらの電気回路とウェハ保持体のセラミックスとは、熱膨張係数に差があるので、熱膨張量にも差が生じる。その結果、熱膨張量差に起因する内部応力がウェハ保持体に発生し、反りや割れが生じるのである。特許文献2のように、セラミックス基板と電気回路の厚みを厳密に制御する方法では、このように、複数の電気回路を形成する場合には、さらにコスト高となってしまう。

#### 【0008】

##### 【特許文献1】

特開平04-078138号公報

##### 【特許文献2】

特開2001-302330号公報

#### 【0009】

##### 【発明が解決しようとする課題】

本発明は、上記問題点を解決するためになされたものである。すなわち、本発明は、高温に加熱した場合に、反りや割れの発生の少ない半導体製造装置用ウェハ保持体およびそれを搭載した半導体製造装置を提供することを目的とする。

#### 【0010】

##### 【課題を解決するための手段】

本発明は、ウェハ搭載面を有するウェハ保持体において、前記ウェハ保持体の表面もしくは内部に、1層以上の焼結体からなる電気回路層が形成され、該電気回路層に気孔が存在することを特徴とする。

#### 【0011】

前記電気回路層は、タンクステン、モリブデン、タンタルから選択される1種以上の金属を主成分とし、気孔率が0.1%以上であることが好ましい。あるいは

は、前記電気回路層が、銀、パラジウム、白金から選択される1種以上の金属を主成分とし、気孔率が2%以上であることが好ましい。

#### 【0012】

更に、前記電気回路が、静電吸着用電極回路、抵抗発熱体回路、RF用電極回路、高電圧用電極回路のいずれか1つあるいは複数であることが好ましく、少なくとも抵抗発熱体回路が含まれることが更に好ましい。

#### 【0013】

上記のようなウェハ保持体を搭載した半導体製造装置は、ウェハ保持体に反りや割れの発生が少ないので、被処理物であるウェハの温度が従来のものより均一になり、歩留り良く半導体を製造することができる。

#### 【0014】

##### 【発明の実施の形態】

発明者は、ウェハ保持体の表面もしくは内部に形成された焼結体からなる電気回路に、気孔を存在させ、その気孔率を制御すれば、ウェハ保持体の反りや割れを防止できることを見出した。

#### 【0015】

前記電気回路は、ウェハを静電吸着するための静電吸着用電極回路、ウェハ保持体を加熱するための抵抗発熱体回路（ヒータ回路）、あるいはプラズマを発生させるためのRF電極回路、更には電子ビームを照射するための高電圧用電極回路などがある。これらの電気回路は、少なくとも抵抗発熱体回路（2）とRF電極回路（3）とを具備するように、抵抗発熱体回路とその他の回路とを同時に複数具備していくてもよい。

#### 【0016】

電気回路は、通常金属粉末を焼成して形成し、従来は緻密なほど良いとされていた。しかし、前記熱膨張量の差を吸収して、ウェハ保持体の反りや割れを防止するためには、気孔（あるいは気泡、ボイド、キャビティ等）を存在させることができ有効であることを見出した。

#### 【0017】

すなわち、電気回路が熱膨張した時に、通常の緻密体であれば、セラミックスとの熱膨張量の差の分だけ、内部応力が発生し、反りが発生する。しかし、前記電気回路に気孔が存在すれば、熱膨張量の差を気孔が吸収して、発生する内部応力を緩和するものと考えられる。内部応力を緩和するので反りの発生を防止することができるものと思われる。

## 【0018】

前記電気回路が、タングステン、モリブデン、タンタルから選択される1種以上の金属を主成分とする場合、気孔率は、0.1%以上であればよい。また、前記電気回路が、銀、パラジウム、白金から選ばれる1種以上の金属を主成分とする場合は、気孔率は、2%以上であればよい。

## 【0019】

電気回路の金属の材質によって、気孔率に差が出るのは、金属とセラミックスとの熱膨張係数の差の大きさの違いであり、差が少ないタングステン、モリブデン、タンタルから選ばれる1種以上を主成分とする場合は、気孔率が0.1%と少なくとも、効果ができるが、差の大きい銀、パラジウム、白金から選ばれる1種以上の金属を主成分とする場合は、気孔率を2%以上と多くしなければ、効果がない。

## 【0020】

前記気孔率は、前述したように所定量以上であれば、本発明の効果を得ることができるが、多すぎると、電気回路の抵抗値が高くなりすぎるので、40%以下程度にした方がよい。

## 【0021】

本発明のウェハ保持体の材質については、絶縁性のセラミックスであれば特に制約はないが、熱伝導率が高く、耐食性にも優れた窒化アルミニウム（AIN）が好ましい。以下に、本発明のウェハ保持体の製造方法をAINの場合で詳述する。

## 【0022】

AINの原料粉末は、比表面積が $2.0 \sim 5.0 \text{ m}^2/\text{g}$ のものが好ましい。比表面積が $2.0 \text{ m}^2/\text{g}$ 未満の場合は、窒化アルミニウムの焼結性が低下する

。また、 $5.0 \text{ m}^2/\text{g}$ を超えると、粉末の凝集が非常に強くなるので取扱いが困難になる。更に、原料粉末に含まれる酸素量は、2 wt %以下が好ましい。酸素量が2 wt %を超えると、焼結体の熱伝導率が低下する。また、原料粉末に含まれるアルミニウム以外の金属不純物量は、2000 ppm以下が好ましい。金属不純物量がこの範囲を超えると、焼結体の熱伝導率が低下する。特に、金属不純物として、SiなどのIV族元素や、Feなどの鉄族元素は、焼結体の熱伝導率を低下させる作用が高いので、含有量は、それぞれ500 ppm以下であることが好ましい。

#### 【0023】

AlNは難焼結性材料であるので、AlN原料粉末に焼結助剤を添加することが好ましい。添加する焼結助剤は、希土類元素化合物が好ましい。希土類元素化合物は、焼結中に窒化アルミニウム粉末粒子の表面に存在するアルミニウム酸化物あるいはアルミニウム酸窒化物と反応して、窒化アルミニウムの緻密化を促進するとともに、窒化アルミニウム焼結体の熱伝導率を低下させる原因となる酸素を除去する働きもあるので、窒化アルミニウム焼結体の熱伝導率を向上させることができる。

#### 【0024】

希土類元素化合物は、特に酸素を除去する働きが顕著であるイットリウム化合物が好ましい。添加量は、0.01~5 wt %が好ましい。0.01 wt %未満であると、緻密な焼結体を得ることが困難であるとともに、焼結体の熱伝導率が低下する。また、5 wt %を超えると、窒化アルミニウム焼結体の粒界に焼結助剤が存在することになるので、腐食性雰囲気で使用する場合、この粒界に存在する焼結助剤がエッチングされ、脱粒やパーティクルの原因となる。更に、好ましくは焼結助剤の添加量は、1 wt %以下である。1 wt %以下であれば、粒界の3重点にも焼結助剤が存在しなくなるので、耐食性が向上する。

#### 【0025】

また、希土類元素化合物は、酸化物、窒化物、フッ化物、ステアリン酸化合物などが使用できる。この中で、酸化物は安価で入手が容易であり好ましい。また、ステアリン酸化合物は、有機溶剤との親和性が高いので、窒化アルミニウム原

料粉末と焼結助剤などを有機溶剤で混合する場合には、混合性が高くなるので特に好適である。

## 【0026】

次に、これら窒化アルミニウム原料粉末や焼結助剤粉末に、所定量の溶剤、バインダー、更には必要に応じて分散剤や遮断剤を添加し、混合する。混合方法は、ボールミル混合や超音波による混合等が可能である。このような混合によって、原料スラリーを得ることができる。

## 【0027】

得られたスラリーを成形し、焼結することによって窒化アルミニウム焼結体を得ることができる。その方法には、コファイアー法とポストメタライズ法の2種類の方法が可能である。

## 【0028】

まず、ポストメタライズ法について説明する。前記スラリーをスプレードライヤー等の手法によって、顆粒を作成する。この顆粒を所定の金型に挿入し、プレス成形を施す。この時、プレス圧力は、 $0.1\text{ t}/\text{cm}^2$ 以上であることが望ましい。 $0.1\text{ t}/\text{cm}^2$ 未満の圧力では、成形体の強度が充分に得られないことが多い、ハンドリングなどで破損し易くなる。

## 【0029】

成形体の密度は、バインダーの含有量や焼結助剤の添加量によって異なるが、 $1.5\text{ g}/\text{cm}^3$ 以上であることが好ましい。 $1.5\text{ g}/\text{cm}^3$ 未満であると、原料粉末粒子間の距離が相対的に大きくなるので、焼結が進行しにくくなる。また、成形体密度は、 $2.5\text{ g}/\text{cm}^3$ 以下であることが好ましい。 $2.5\text{ g}/\text{cm}^3$ を超えると、次工程の脱脂処理で成形体内のバインダーを充分除去することが困難となる。このため、前述のように緻密な焼結体を得ることが困難となる。

## 【0030】

次に、前記成形体を非酸化性雰囲気中で加熱し、脱脂処理を行う。大気等の酸化性雰囲気で脱脂処理を行うと、AlN粉末の表面が酸化されるので、焼結体の熱伝導率が低下する。非酸化性雰囲気ガスとしては、窒素やアルゴンが好ましい。脱脂処理の加熱温度は、 $500^\circ\text{C}$ 以上、 $1000^\circ\text{C}$ 以下が好ましい。 $500^\circ\text{C}$

未満の温度では、バインダーを充分除去することができないので、脱脂処理後の積層体中にカーボンが過剰に残存するので、その後の焼結工程での焼結を阻害する。また、1000°Cを超える温度では、残存するカーボンの量が少なくなり過ぎるので、AlN粉末表面に存在する酸化被膜の酸素を除去する能力が低下し、焼結体の熱伝導率が低下する。

## 【0031】

また、脱脂処理後の成形体中に残存する炭素量は、1.0wt%以下であることが好ましい。1.0wt%を超える炭素が残存していると、焼結を阻害するので、緻密な焼結体を得ることができない。

## 【0032】

次いで、焼結を行う。焼結は、窒素やアルゴンなどの非酸化性雰囲気中で、1700~2000°Cの温度で行う。この時、使用する窒素などの雰囲気ガスに含有する水分は、露点で-30°C以下であることが好ましい。これ以上の水分を含有する場合、焼結時にAlNが雰囲気ガス中の水分と反応して酸窒化物が形成されるので、熱伝導率が低下する可能性がある。また、雰囲気ガス中の酸素量は、0.001vol%以下であることが好ましい。酸素量が多いと、AlNの表面が酸化して、熱伝導率が低下する可能性がある。

## 【0033】

更に、焼結時に使用する治具は、窒化ホウ素(BN)成形体が好適である。このBN成形体は、前記焼結温度に対し充分な耐熱性を有するとともに、その表面に固体潤滑性があるので、焼結時に積層体が収縮する際の治具と積層体との間の摩擦を小さくすることができるので、歪みの少ない焼結体を得ることができる。

## 【0034】

得られた焼結体は、必要に応じて加工を施す。次工程の導電ペーストをスクリーン印刷する場合、焼結体の表面粗さは、Raで5μm以下であることが好ましい。5μmを超えるとスクリーン印刷により回路形成した際に、パターンのにじみやピンホールなどの欠陥が発生しやすくなる。表面粗さはRaで1μm以下であればさらに好適である。

## 【0035】

上記表面粗さを研磨加工する際には、焼結体の両面にスクリーン印刷する場合は当然であるが、片面のみにスクリーン印刷を施す場合でも、スクリーン印刷する面と反対側の面も研磨加工を施す方がよい。スクリーン印刷する面のみを研磨加工した場合、スクリーン印刷時には、研磨加工していない面で焼結体を支持することになる。その時、研磨加工していない面には突起や異物が存在することがあるので、焼結体の固定が不安定になり、スクリーン印刷で回路パターンがうまく描けないことがあるからである。

#### 【0036】

また、この時、両加工面の平行度は0.5mm以下であることが好ましい。平行度が0.5mmを超えるとスクリーン印刷時に導電ペーストの厚みのバラツキが大きくなることがある。平行度は0.1mm以下であれば特に好適である。さらに、スクリーン印刷する面の平面度は、0.5mm以下であることが好ましい。0.5mmを超える平面度の場合にも、導電ペーストの厚みのバラツキが大きくなることがある。平面度も0.1mm以下であれば特に好適である。

#### 【0037】

研磨加工を施した焼結体に、スクリーン印刷により導電ペーストを塗布し、電気回路の形成を行う。導体ペーストは、金属粉末と必要に応じて酸化物粉末と、バインダーと溶剤を混合することにより得ることができる。金属粉末は、セラミックスとの熱膨張係数のマッチングから、タンクスチン(W)やモリブデン(Mo)あるいはタンタル(Ta)が好ましい。

#### 【0038】

また、AlNとの密着強度を高めるために、酸化物粉末を添加することもできる。酸化物粉末は、IIa族元素やIIIa族元素の酸化物やAl<sub>2</sub>O<sub>3</sub>、SiO<sub>2</sub>などが好ましい。特に、酸化イットリウムはAlNに対する濡れ性が非常に良好であるので、好ましい。これらの酸化物の添加量は、0.1~30wt%が好ましい。0.1wt%未満の場合、形成した電気回路である金属層とAlNとの密着強度が低下する。また30wt%を超えると、電気回路である金属層の電気抵抗値が高くなる。

#### 【0039】

また、金属粉末として、銀、パラジウム、白金から選ばれる1種以上を主成分としてもよい。具体的には、Ag-PdやAg-Pt等のAg系金属が好ましい。この場合、抵抗値の制御は、パラジウム(Pd)や白金(Pt)の含有量で調整することができる。また、タンクステン等の場合と同様の酸化物粉末を添加することもできる。この場合も、酸化物の添加量は、1wt%以上、30wt%以下が好ましい。

#### 【0040】

これらの粉末を混合し、バインダーや溶剤を加えペーストを作製し、スクリーン印刷により、所定の回路パターンを形成する。この時、導電ペーストの厚みは、乾燥後の厚みで、5μm以上、100μm以下であることが好ましい。厚みが5μm未満の場合は、電気抵抗値が高くなりすぎるとともに、密着強度も低下する。また、100μmを超える場合も、密着強度が低下する。

#### 【0041】

また、形成する回路パターンが、ヒータ回路（抵抗発熱体回路）の場合は、パターンの間隔は0.1mm以上とすることが好ましい。0.1mm未満の間隔では、抵抗発熱体に電流を流したときに、印加電圧及び温度によっては漏れ電流が発生し、ショートする。特に、500°C以上の温度で使用する場合には、パターン間隔は1mm以上とすることが好ましく、3mm以上であれば更に好ましい。

#### 【0042】

次に、導電ペーストを脱脂した後、焼成する。脱脂は、窒素やアルゴン等の非酸化性雰囲気中で行う。脱脂温度は500°C以上が好ましい。500°C未満では、導電ペースト中のバインダーの除去が不十分で金属層内にカーボンが残留し、焼成したときに金属の炭化物を形成するので、金属層の電気抵抗値が高くなる。

#### 【0043】

焼成は、窒素やアルゴンなどの非酸化性雰囲気中で、WやMoあるいはTaの場合は、1500°C以上の温度で行うのが好適である。1500°C未満の温度では、導電ペースト中の金属粉末の粒成長が進行しないので、焼成後の金属層の電気抵抗値が高くなり過ぎる。また、焼成温度はセラミックスの焼結温度を超えない方がよい。セラミックスの焼結温度を超える温度で導電ペーストを焼成すると

、セラミックス中の含有する焼結助剤などが揮散しはじめ、更には導電ペースト中の金属粉末の粒成長が促進されてセラミックスと金属層との密着強度が低下する。

## 【0044】

また、Ag系金属の場合は、焼成温度は、700°C～1000°Cが好ましい。焼成雰囲気は、大気中や窒素中で行うことができる。この場合、前記脱脂処理は省略することも可能である。

## 【0045】

電気回路の気孔率は、焼成温度を高くすれば減少し、低い温度で焼成すれば大きくなる。また、前記バインダーや溶剤の添加量によっても気孔率を調整することが可能である。気孔率の調整方法にかかわらず、本発明の効果には影響を与えない。

## 【0046】

次に、形成した金属層の絶縁性を確保するために、金属層の上に絶縁性コートを形成することができる。絶縁性コートの材質は、金属層が形成されているセラミックスと同じ材質であることが好ましい。該セラミックスと絶縁性コートの材質が大幅に異なると、熱膨張係数の差から焼結後に反りが発生するなどの問題が生じる。例えば、AlNの場合、AlN粉末に焼結助剤として所定量のIIa族元素あるいはIIId族元素の酸化物や炭酸化物を加え、混合し、これにバインダーや溶剤を加え、ペーストとして、該ペーストをスクリーン印刷により、前記金属層の上に塗布することができる。

## 【0047】

この時、添加する焼結助剤量は、0.01wt%以上であることが好ましい。0.01wt%未満では、絶縁性コートが緻密化せず、金属層の絶縁性を確保することが困難となる。また、焼結助剤量は20wt%を超えないことが好ましい。20wt%を超えると、過剰の焼結助剤が金属層中に浸透するので、金属層の電気抵抗値が変化してしまうことがある。塗布する厚みに特に制限はないが、5μm以上であることが好ましい。5μm未満では、絶縁性を確保することが困難となるからである。

## 【0048】

次に、必要に応じて更にセラミックス基板を積層することができる。積層は、接合剤を介して行うのが良い。接合剤は、酸化アルミニウム粉末や窒化アルミニウム粉末に、IIa族元素化合物やIIIa族元素化合物とバインダーや溶剤を加え、ペースト化したものを受け面にスクリーン印刷等の手法で塗布する。塗布する接合剤の厚みに特に制約はないが、 $5 \mu\text{m}$ 以上であることが好ましい。 $5 \mu\text{m}$ 未満の厚みでは、接合層にピンホールや接合ムラ等の接合欠陥が生じやすくなる。

## 【0049】

接合剤を塗布したセラミックス基板を、非酸化性雰囲気中、 $500^\circ\text{C}$ 以上の温度で脱脂する。その後、積層するセラミックス基板を重ね合わせ、所定の荷重を加え、非酸化性雰囲気中で加熱することにより、セラミックス基板同士を接合する。荷重は、 $0.05 \text{ kg/cm}^2$ 以上であることが好ましい。 $0.05 \text{ kg/cm}^2$ 未満の荷重では、充分な接合強度が得られないか、もしくは前記接合欠陥が生じやすい。

## 【0050】

接合するための加熱温度は、セラミックス基板同士が接合層を介して十分密着する温度であれば、特に制約はないが、 $1500^\circ\text{C}$ 以上であることが好ましい。 $1500^\circ\text{C}$ 未満では、十分な接合強度が得られにくく、接合欠陥を生じやすい。前記脱脂ならびに接合時の非酸化性雰囲気は、窒素やアルゴンなどを用いることが好ましい。

## 【0051】

以上のようにして、ウェハ保持体となるセラミックス積層焼結体を得ることができる。なお、電気回路は、導電ペーストを用いずに、例えば、ヒータ回路であれば、モリブデン線（コイル）、静電吸着用電極やRF電極などの場合には、モリブデンやタンクスチタンのメッシュ（網状体）を用いることも可能である。

## 【0052】

この場合、AlN原料粉末中に上記モリブデンコイルやメッシュを内蔵させ、ホットプレス法により作製することができる。ホットプレスの温度や雰囲気は、

前記A1Nの焼結温度、雰囲気に準ずればよいが、ホットプレス圧力は、10kg/cm<sup>2</sup>以上加えることが望ましい。10kg/cm<sup>2</sup>未満では、モリブデンコイルやメッシュとA1Nの間に隙間が生じがあるので、ウェハ保持体の性能が出なくなることがある。

#### 【0053】

次に、コファイアー法について説明する。前述した原料スラリーをドクターブレード法によりシート成形する。シート成形に関して特に制約はないが、シートの厚みは、乾燥後で3mm以下が好ましい。シートの厚みが3mmを超えると、スラリーの乾燥収縮量が大きくなるので、シートに亀裂が発生する確率が高くなる。

#### 【0054】

上述したシート上に所定形状の電気回路となる金属層を、導体ペーストをスクリーン印刷などの手法により塗布することにより形成する。導電ペーストは、ポストメタライズ法で説明したものと同じものを用いることができる。ただし、コファイアー法では、導電ペーストに酸化物粉末を添加しなくても支障はない。

#### 【0055】

次に、回路形成を行ったシート及び回路形成をしていないシートを積層する。積層の方法は、各シートを所定の位置にセットし、重ね合わせる。この時、必要に応じて各シート間に溶剤を塗布しておく。重ね合わせた状態で、必要に応じて加熱する。加熱する場合、加熱温度は、150℃以下であることが好ましい。これを超える温度に加熱すると、積層したシートが大きく変形する。そして、重ね合わせたシートに圧力を加えて一体化する。加える圧力は、1~100MPaの範囲が好ましい。1MPa未満の圧力では、シートが充分に一体化せず、その後の工程中に剥離することがある。また、100MPaを超える圧力を加えると、シートの変形量が大きくなりすぎる。

#### 【0056】

この積層体を、前述のポストメタライズ法と同様に、脱脂処理並びに焼結を行う。脱脂処理や焼結の温度や、炭素量等はポストメタライズ法と同じである。前述した、導電ペーストをシートに印刷する際に、複数のシートにそれぞれヒータ

回路や静電吸着用電極等を印刷し、それらを積層することで、複数の電気回路を有するウェハ保持体を容易に作成することも可能である。このようにして、ウェハ保持体となるセラミックス積層焼結体を得ることができる。

## 【0057】

得られたセラミックス積層焼結体は、必要に応じて加工を施す。通常、焼結した状態では、半導体製造装置で要求される精度に入らないことが多い。加工精度は、例えば、ウェハ搭載面の平面度は0.5mm以下が好ましく、さらには0.1mm以下が特に好ましい。平面度が0.5mmを超えると、ウェハーとウェハ保持体との間に隙間が生じやすくなり、ウェハ保持体の熱がウェハに均一に伝わらなくなり、ウェハの温度ムラが発生しやすくなる。

## 【0058】

また、ウェハ搭載面の面粗さは、Raで5μm以下が好ましい。Raで5μmを超えると、ウェハ保持体とウェハとの摩擦によって、AlNの脱粒が多くなることがある。この時、脱粒した粒子はパーティクルとなり、ウェハ上への成膜やエッチングなどの処理に対して悪影響を与えることになる。さらに、表面粗さは、Raで1μm以下であれば、好適である。

## 【0059】

以上のようにして、ウェハ保持体本体を作製することができる。さらに、このウェハ保持体にシャフトを取り付ける。シャフトの材質は、ウェハ保持体のセラミックスの熱膨張係数と大きく違わない熱膨張係数のものであれば特に制約はないが、ウェハ保持体との熱膨張係数の差が $5 \times 10^{-6}$ /K以下であることが好ましい。

## 【0060】

熱膨張係数の差が、 $5 \times 10^{-6}$ /Kを超えると、取付時にウェハ保持体とシャフトの接合部付近にクラックなどが発生したり、接合時にクラックが発生しなくても、繰り返し使用しているうちに接合部に熱サイクルが加わり、割れやクラックが発生することがある。例えば、ウェハ保持体がAlNの場合、シャフトの材質は、AlNが最も好適であるが、窒化珪素や炭化珪素あるいはムライト等が使用できる。

## 【0061】

取付は、接合層を介して接合する。接合層の成分は、AlN及び $Al_2O_3$ 並びに希土類酸化物からなることが好ましい。これらの成分は、ウェハ保持体やシャフトの材質であるAlNなどのセラミックスと濡れ性が良好であるので、接合強度が比較的高くなり、また接合面の気密性も得られやすいので好ましい。

## 【0062】

接合するシャフト並びにウェハ保持体それぞれの接合面の平面度は0.5mm以下であることが好ましい。これを超えると接合面に隙間が生じやすくなり、十分な気密性を持つ接合を得ることが困難となる。平面度は0.1mm以下がさらに好適である。なお、ウェハ保持体の接合面の平面度は0.02mm以下であればさらに好適である。また、それぞれの接合面の面粗さは、Raで5μm以下であることが好ましい。これを超える面粗さの場合、やはり接合面に隙間が生じやすくなる。面粗さは、Raで1μm以下がさらに好適である。

## 【0063】

次に、ウェハ保持体に電極を取り付ける。取付は、公知の手法で行うことができる。例えば、ウェハ保持体のウェハ保持面と反対側から電気回路までザグリ加工を施し、電気回路にメタライズを施すかあるいはメタライズなしで直接活性金属ろうを用いて、モリブデンやタンクスチタン等の電極を接続すればよい。その後必要に応じて電極にメッキを施し、耐酸化性を向上させることができる。このようにして半導体製造装置用ウェハ保持体を作製することができる。

## 【0064】

また、本発明のウェハ保持体を半導体装置に組み込んで、半導体ウェハを処理することができる。本発明のウェハ保持体は、加熱時に反りや割れ等の発生が抑制されるので、製造条件が安定しており、歩留り良く半導体ウェハを処理することができる。このため、形成される膜や熱処理等に対して、安定した特性を得ることができる。

## 【0065】

## 【実施例】

## 実施例1

9.9重量部の窒化アルミニウム粉末と1重量部の $Y_2O_3$ 粉末を混合し、ポリビニルブチラールをバインダー、ジブチルフタレートを溶剤として、それぞれ10重量部、5重量部混合して、スラリーを作成した。なお、窒化アルミニウム粉末は、平均粒径 $0.6\mu m$ 、比表面積 $3.4m^2/g$ のものを使用した。このスラリーをスプレードライヤーにより顆粒にし、顆粒を金型に挿入して成形し、850°Cで脱脂後、1900°Cで焼結した。なお、脱脂、焼結時の雰囲気は窒素雰囲気とした。焼結体の外周および上下面を研磨加工し、外径345mm、厚み5mmのAlN焼結体を作成した。

#### 【0066】

また、平均粒径が $2.0\mu m$ のW粉末を98.8重量%、 $Y_2O_3$ を0.6重量%、 $Al_2O_3$ を0.6重量%に、バインダーであるエチルセルロースと、溶剤としてブチルカルビトールを添加し、混合してWペーストを作製した。混合にはポットミルと三本ロールを用いた。このWペーストをスクリーン印刷で、前記AlN焼結体上に、ヒータ回路パターンを形成した。

#### 【0067】

ヒータ回路を印刷したAlN焼結体を窒素雰囲気中で、800°Cで脱脂後、表1に示すように、1800°Cから1900°Cの温度で焼成し、気孔率の異なる電気回路を作成した。このヒータ回路を形成したAlN焼結体に、電気回路を形成していないAlN焼結体を複数積層し、AlN-Y<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>系の接合剤を用いて、積層し、ウェハ保持体を作製した。ウェハー保持面はRaで $1\mu m$ 以下に、シャフト接合面はRaで $5\mu m$ 以下になるよう研磨加工を施した。また外径も仕上加工を行った。加工後のウェハ保持体の寸法は、外径340mmで、厚みは16mmである。

#### 【0068】

次に、ウェハ保持面とは反対側の面に、外径80mm、内径60mm、長さ300mmのAlN製のシャフトを取り付けた。接合剤は、50%Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-30%Y<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-20%AlNである。

#### 【0069】

ウェハ保持面の反対側の面から、前記ヒータ回路までザグリ加工を行い、ヒー

タ回路を一部露出させた。露出したヒータ回路部にM○製の電極を活性金属ろうを用いて直接接合した。この電極に通電することによりウェハ保持体を加熱し、均熱性とウェハ保持体の形状の変化を測定した。

## 【0070】

均熱性の測定は、ウェハ保持面に12インチのウェハ温度計を搭載し、最高温度と最低温度の差を測定した。この時、ウェハ温度計の最高温度が700℃になるように電力を調整した。また、形状の変化は、ウェハ温度計を搭載せずにウェハ保持体を700℃に加熱し、レーザー変位計を用いてウェハ保持面の中心部と外周部の高さの差（変位差）を測定した。また、電気回路であるヒータ回路の気孔率の測定は、ヒータ回路を切断し、断面を電子顕微鏡で2000倍の倍率で観察し、気孔部分の面積を測定することにより行った。これらの結果を表1に示す。

## 【0071】

【表1】

No.	焼成温度 (°C)	気孔率 (%)	温度差 (°C)	変位量 (μm)
1	1800	2.0	6	70
2	1850	0.5	8	80
3	1870	0.1	14	95
4	1900	0.05	21	120

## 【0072】

いずれの試料もウェハ保持面の中心部に対し外周部が高く、つまりウェハ保持面が凹形状に変形しており、ウェハ温度計の中心部の温度が最も低かった。

## 【0073】

## 実施例2

実施例1と同様にして外径3.40mmで厚さ1.6mmのA1N製ウェハ保持体を作製した。ただし、電気回路であるヒータ回路には、M○ペーストあるいはTaペーストを用いた。ペースト中の酸化物やバインダー、溶剤は実施例1と同様

にした。作製したAlNウェハ保持体の、ヒータ回路の気孔率と700°Cでの温度差並びに変位量を、実施例1と同様に測定した。その結果を表2に示す。

## 【0074】

【表2】

No.	ヒータ回路 材質	焼成温度 (°C)	気孔率 (%)	温度差 (°C)	変位量 (μm)
5	Mo	1800	1. 9	7	75
6	Mo	1840	0. 4	9	85
7	Mo	1860	0. 1	14	95
8	Mo	1890	0. 03	25	130
9	Ta	1800	2. 0	7	75
10	Ta	1840	0. 6	10	85
11	Ta	1860	0. 2	16	100
12	Ta	1880	0. 04	30	145

## 【0075】

表1と2から判るように、電気回路に、WやMoあるいはTaを用いた場合は、電気回路の気孔率を0. 1%以上にすれば、700°Cに加熱してもウェハ保持体に100μmを超える変位差はせず、温度差も20°C以内であったが、気孔率が0. 1%未満では、100μmを超える変位差が発生し、また20°Cを超える大きな温度差となり均一な温度分布を得ることができなかった。

## 【0076】

## 実施例3

実施例1と同様にして外径340mmで厚さ16mmのAlN製ウェハ保持体を作製した。ただし、ヒータ回路には、Ag90重量% - Pd10重量%（材質A）あるいはAg92重量% - Pt8重量%（材質B）を用い、ヒータ回路の焼成温度は、表3に示すように、850°Cから900°Cまで変化させた。実施例1と同様にして、気孔率と500°Cでの温度差と変位量を測定した。その結果を表3に示す。

【0077】

【表3】

N <small>o</small>	ヒータ回路 材質	焼成温度 (°C)	気孔率 (%)	温度差 (°C)	変位量 (μm)
13	A	850	5.0	3	40
14	A	870	2.2	7	80
15	A	890	1.6	13	115
16	B	850	3.9	4	55
17	B	870	2.0	6	75
18	B	890	1.5	12	105

【0078】

表3から判るように、Ag系の金属を電気回路に用いた場合は、気孔率が2%以上にすれば、ウェハ保持体の加熱時の大きな変形は発生せず、均一な温度分布を得ることができますが、気孔率が2.0%未満の場合は、変形量が大きく、温度分布も大きくなることが判る。

【0079】

## 実施例4

実施例1のNo. 1とNo. 4のウェハ保持体を成膜装置に設置して、12インチシリコンウェハ上に、W膜を成膜した。その結果、No. 1のウェハ保持体を用いた場合は、W膜の厚みのバラツキが10%以下と良好であったが、No. 4を用いた場合は、W膜の厚みのバラツキが約20%と悪かった。

【0080】

## 【発明の効果】

以上のように、本発明によれば、ウェハ搭載面を有するウェハ保持体において、前記ウェハ保持体の表面もしくは内部に、1層以上の焼結体からなる電気回路層が形成され、該電気回路層に気孔が存在するようになれば、ウェハ保持体を高温に加熱したときに、反りや割れ等の変形が生じないようにすることができる。このようなウェハ保持体を用いれば、均熱性に優れ、製造条件的に安定した半導

体製造装置を提供することができる。

【図面の簡単な説明】

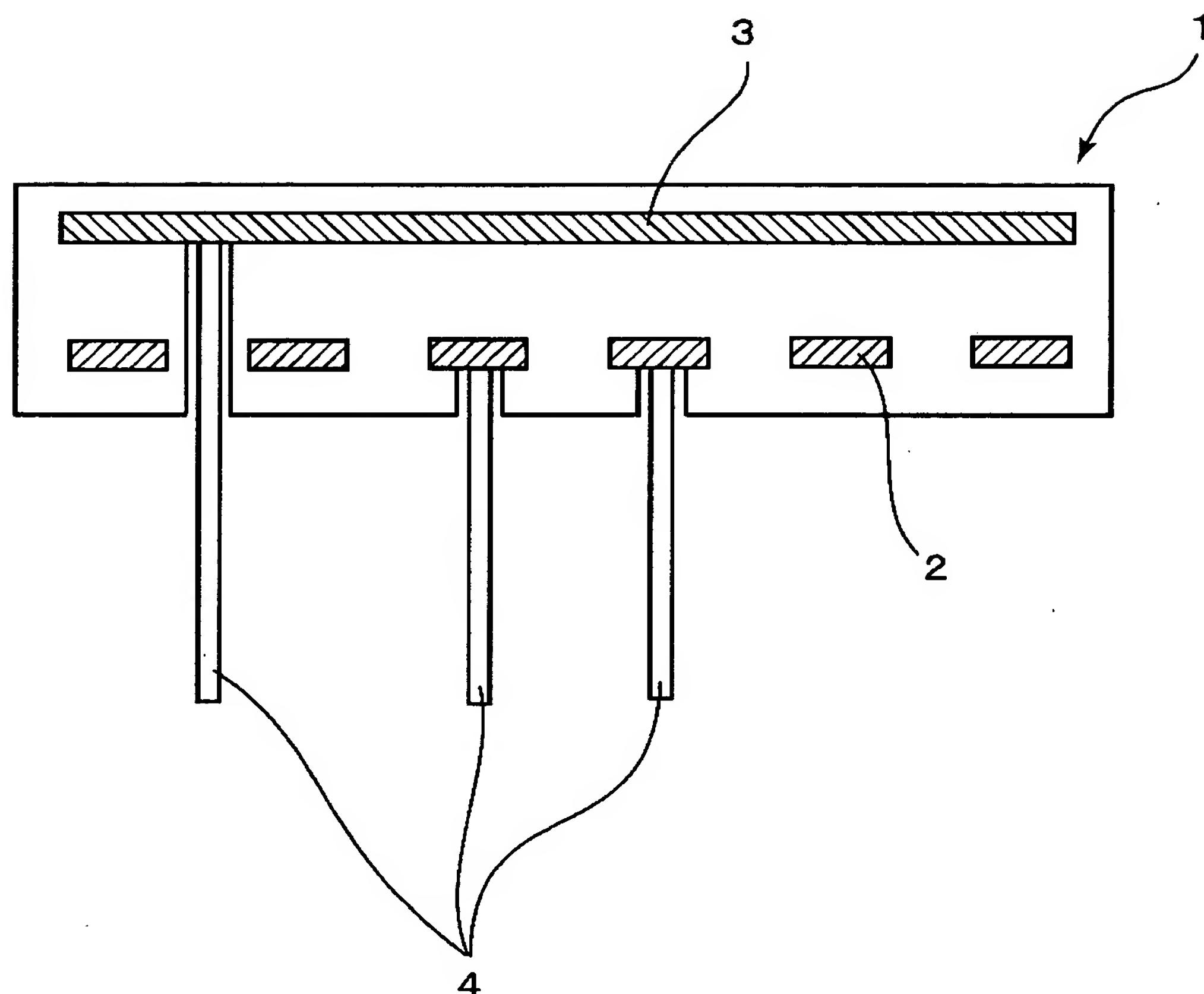
【図1】本発明のウェハ保持体の断面構造の一例を示す。

【符号の説明】

- 1 ウェハ保持体
- 2 抵抗発熱体回路
- 3 R F 電極回路
- 4 電極

【書類名】 図面

【図1】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 ウエハ搭載面を有するウエハ保持体を高温に加熱した時に、反りや割れの発生の少ないウエハ保持体およびそれを搭載した半導体製造装置を提供する。

【解決手段】 ウエハ搭載面を有するウエハ保持体において、ウエハ保持体の表面又は内部に、1層以上の焼結体からなる電気回路が形成され、該電気回路に気孔が存在するようすれば、ウエハ保持体を高温に加熱した場合に、反りや割れの発生を非常に少なくすることができる。前記電気回路は、静電吸着用電極回路、抵抗発熱体回路、R F電極回路、高電圧用電極回路のいずれかであることが好ましい。

【選択図】 図1

認定・付加情報

特許出願の番号	特願2003-079324
受付番号	50300465526
書類名	特許願
担当官	第四担当上席 0093
作成日	平成15年 3月25日

<認定情報・付加情報>

【提出日】 平成15年 3月24日

次頁無

出願人履歴情報

識別番号 [000002130]

1. 変更年月日 1990年 8月29日

[変更理由] 新規登録

住 所 大阪府大阪市中央区北浜四丁目5番33号

氏 名 住友電気工業株式会社